



Fernando MICÓ PÉREZ DE DIEGO es Ingeniero Naval por la Universidad Politécnica de Madrid. Comenzó su carrera profesional en el American Bureau of Shipping, en Madrid. En 1976 pasó a trabajar a Westinghouse Nuclear Española, donde ha desempeñado diversas funciones en los departamentos de Garantía de Calidad, Ingeniería de Equipo Primario y Soporte a Plantas en Operación. Estuvo durante dos años en el departamento de Garantía de Calidad del Producto de la Westinghouse Pressurized Water Reactor Division (Pittsburgh, Pennsylvania). En 1985 pasó a Enwesa Servicios como Gerente de I+D hasta que, en 1987, se hizo cargo de la función de Director de Política Comercial. En febrero de 1992 comenzó a trabajar en Siemens-KWU como Director de Servicios Nucleares, posición que ocupa en la actualidad.

SERVICIOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO. LA BASE PARA UNA REACCIÓN RÁPIDA FRENTA A REPARACIONES NO PROGRAMADAS

F. MICÓ

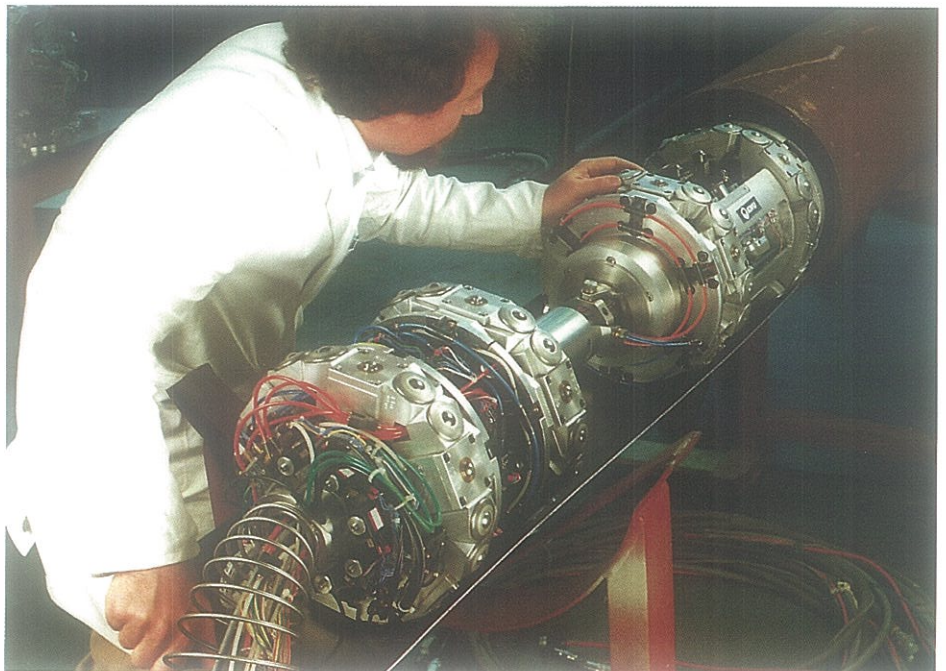
A diferencia de los servicios de bomberos y otros servicios de rescate, el Grupo de Generación de Energía no recibe compensación adicional de sus clientes, para compensar los costes diarios de personal y equipos. Por tanto, nuestra organización se parece a un taller de reparación de automóviles, que realiza inspecciones y reparaciones rutinarias para acumular experiencia útil para diferentes tipos de vehículos, financiando con ello los equipos que se necesitan para reparaciones menos frecuentes. A través de los servicios rutinarios de recargas de las centrales nucleares, que se producen con una determinada regularidad, y son, por tanto, fácilmente planificables (fig. 1); somos también capaces de llevar a cabo reparaciones especiales, que ocurren espo-

ráticamente, y son, por tanto, casi imposibles de planificar anticipadamente.

Es posible programar reparaciones de gran envergadura y sustitución de componentes importantes. Nuestro íntimo conocimiento de los componentes y sistemas nos permite determinar con gran precisión si determinados componentes precisarán amplias reparaciones o su sustitución, y cuando dicho trabajo debería ser realizado. Entre los ejemplos más recientes de proyectos de este tipo, que fueron completados de forma satisfactoria para los clientes, se encuentran la sustitución de generadores de vapor en varias centrales tipo PWR y la sustitución de la tubería de recirculación en centrales tipo BWR.

Los procedimientos y herramientas desarrollados y ensayados en determinadas

FI - Amoladora con dispositivo de avance



T I
Ejemplos de reparaciones no planificadas en centrales nucleares

CENTRAL REPARACIÓN	ALCALDE DEL TRABAJO	TIEMPO DE PREPARAC. ERLANGEN EN PLANTA	NUMERO DE PERSONAS ERLANGEN EN PLANTA	EQUIPO DE NUEVO DISEÑO	EQUIPO EXISTENTE
BORSSELE Reparación GGVV	• Instalación de 67 restrictores y 64 espaciadores	2 semanas 5 semanas	6 22	• Herram. de instalación • Herram. de medición • Herram. de sujeción	• Equipo de Inspección
STADE Reparación GGVV	• Instalación de 90 restrictores de vibración y 32 restrictores especiales de vibraciones. • Instalación de 12 aberturas de inspección	2 semanas 7 semanas	10 100	• Plataformas de trabajo • Herram. de instalación • Herram. de corte y medida	• Equipo de Inspección • Equipo de Mecanizado
BORSSELE Reparación de Distribución de flujo	• Sustitución completa del distrib. de flujo en la vasija	2 semanas 7,5 semanas	9 20	• Disposit. inspección por UT • Disposit. desmontaje pernos • Herram. de medida y calibración	• Equipos EDM • Vanillas sujeción • Camaras de TV • Palpador UT y sistema evaluac.
BIBLIS A Reparación del dispositivo de alineación de la rejilla	• Sustitución de un dispositivo de alineación de la rejilla	14 Días 5 Días	4 8	• Sujeción alineamiento y calibración de equipos de EDM, mecanizado e instalación.	• Mastil reparación. • Equipo EDM • Camaras TV
BRUNSBUTTEL Reparación de soldadura desde el interior de tubería	• 70 Soldaduras en tuberías de dia nom. 100/150/200 mm	4 semanas 10 semanas	6 5	• Amoladora interior de tuberías horiz. y vert. y codos de 150 mm nom. • Manipulador instalable a través de válvulas	• Manipulador amolado (convertido de 200 a 190 mm nom) • Equipo periférico • Stima. control remoto amolado
BRUNSBUTTEL Descontaminación	• Descontaminación de los sistemas de agua a presión a los cojinetes hidrául. y de purificación y filtros.	18 Días 26 Días	16 16		• AMDA equipo móvil de descontam. automática
OBRIGHEIM Instalación de la placa superior de la estructura del núcleo	• Sustituciones de los pernos de instalación de la placa superior	6 semanas 4 semanas	7 7	• Equipo de taladrado • Equipo de lapeado • Herram. de atornillado y fijación	
NECKAR 1 Reparación de tubo de GV	• Recuperación parte suelta • Taponado de tubo	14 Días 4 Días	3 8	• Equipo de recuperación de puertas sueltas	• Equipo de instalación de tapones
BIBLIS A Reparación de tubo de GV	• Fabricación y cualificación de un nuevo tipo de tapón soldado	1 Días 1 Días	3 5		• Equipo de instalación de tapones soldados

plantas están también disponibles para otras aplicaciones. La experiencia ganada en el desarrollo de estos proyectos, tan críticos desde los puntos de vista de la logística, el tiempo y la calidad, es de enorme utilidad para hacer frente a reparaciones no planificadas.

Aquellas reparaciones cuya necesidad se desconoce hasta que se realizan inspecciones de determinada envergadura, y que generalmente deben llevarse a cabo mientras la central se encuentra todavía parada, son difíciles o imposibles de planificar anticipadamente. Aunque estos trabajos sean generalmente limitados, o incluso muy limitados en cuanto a su extensión, ponen gran presión en el personal que los lleva a cabo, debido al poco tiempo disponible para su preparación. Si bien nuestra plantilla permanente incluye especialistas en todos los componentes y sistemas de las centrales nucleares, y se dispone de todas las herramientas o equipos para el servicio, se requiere una flexibilidad y una disponibilidad total. Cada persona debe estar familiarizada con cada componente y cada equipo para poder ser asignada direc-

tamente a cualquier problema. Consideramos que nuestra primera obligación frente a nuestros clientes es el ser capaces de ofrecer asistencia inmediata en caso de incidentes de gran escala, lo que requiere el suministro de equipo adecuado con plazos de aviso extremadamente cortos y la movilización de cantidades elevadas de personal experto en labores de planificación y ejecución de los trabajos... La tabla I incluye un resumen de estos tipos de proyectos. Si bien, la participación en trabajos de rutina en el mantenimiento de las centrales nucleares no es imprescindible para poder llevar a cabo con éxito reparaciones especiales, es importante ya que permite que:

- se disponga de personal y equipo de forma inmediata,
- se sea capaz de planificar y llevar a cabo sesiones de entrenamiento y sustituir personal en cuanto se identifique la necesidad,
- mantener y expandir el conocimiento y experiencia sobre equipos y sistemas como base del éxito en el servicio de las centrales nucleares, y
- colaborar con el cliente para la obtención del máximo beneficio en la explotación de su central.

T II
Programa "dirigido" de técnicas y procedimientos de servicios cualificados

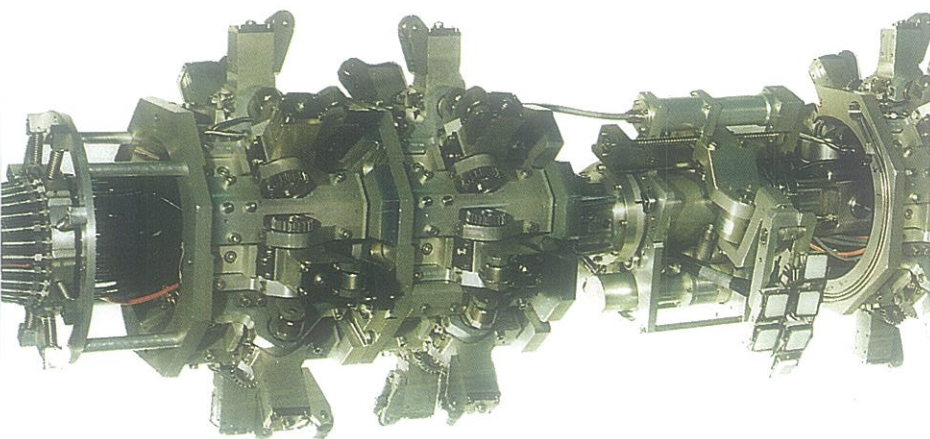
PROCESO	EJEMPLO DE APLICACIÓN EN CAMPO	EN AIRE	BAJO AGUA
EDM	• Producción de taladros, roscas, etc. • Eliminación de soldaduras de sujeción, toma de muestras	SI SI	SI SI
AMOLADO	• Amolado de soldaduras y superficies de asiento	SI	SI
FRESADO, TORNEADO	• Preparación de bordes • Mecanizado de bridas	SI SI	SI SI
TALADRADO	• Taladros • Taladros para pernos	SI SI	SI SI
SOLDADURA	• Soldadura de tuberías • Labios de sellado	SI SI	NO NO
CORTE	• Corte de piezas	SI	SI
USO DE ADHESIVOS	• Reparación de revestimientos de piscinas	SI	SI
MEDICIONES	• Diametros • Espesores	SI SI	SI SI
INSPECCION OPTICA	• Toma de replicas de superficies	SI	SI
DESCONTAMINACION QUIMICA	• Descontaminación de partes y sistemas	NO	NO
DESCONTAMINACION MECANICA	• Descontaminación de conexiones de tuberías	SI	NO
LIMPIEZA QUIMICA	• Del lado secundario de GGVV	NO	SI
LIMPIEZA MECANICA	• Limpieza de barras de GGVV	SI	NO

DESARROLLO PLANIFICADO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE SERVICIOS

Es tan difícil el planificar el tipo y cantidad de equipos y herramientas de servicio que deben mantenerse disponibles en todo momento, como planificar las reparaciones propiamente dichas. Este problema sólo puede resolverse mediante el desarrollo anticipado de todos los procedimientos de reparación concebibles, y el diseño y la fabricación posterior del equipo requerido, de forma que se pueda ser capaz de suministrar el equipo adecuado de forma inmediata en cuanto se presenta la necesidad.

La tabla II contiene ejemplos de este programa dirigido de desarrollo de equipos. El coste unitario del servicio se incluye normalmente en el coste de construcción de una nueva planta. Los costes subsiguientes deben ser y son todavía soportados por la organización que presta el servicio.

Es nuestra intención continuar con estos esfuerzos fundamentales de desarrollo en el futuro para poder seguir siendo capaces de responder con tecnología que represente el "estado del arte". En un próximo futuro concentraremos nuestros esfuerzos en desarrollos adicionales en el campo de la soldadura bajo agua y dispositivos de inspección subacuáticos de tuberías por el interior (fig.



F II - Manipulador a control remoto para inspección/repación de tuberías inundadas.

II). Creemos que habrá una necesidad de este tipo de equipos en un próximo futuro.

A la hora de seleccionar nuestro equipo básico de servicio, nos basamos en predicciones de mercado basadas fundamentalmente en evaluaciones profundas del comportamiento operativo de componentes y sistemas de las plantas construidas por nosotros. Durante reuniones periódicas con el personal responsable de estos componentes, analizamos su comportamiento en operación e intentamos encontrar puntos débiles que pudieran requerir reparaciones en el futuro o al menos una vigilancia periódica (por ejemplo, atlas de Inconel).

También, examinamos informes internacionales sobre daños para determinar si contienen alguna información que pudiéramos aplicar a los equipos y componentes de nuestros clientes. El desarrollo y construcción de nuestra máquina de soldadura por el interior, conjuntamente con nuestro equipo de inspección de tuberías se inició como resultado de los daños aparecidos en el colector de distribución de agua de alimentación en los generadores de vapor de la central finlandesa de Loviisa. Utilizamos este dispositivo en reparaciones que precisan fresado y soldadura de garganta estrecha por el interior de las tuberías, entre otras cosas.

Nuestros jefes de operaciones y responsables de trabajos en la planta de operación juegan un papel importantísimo en la realización de previsiones de servicios y reparaciones. Se encuentran integrados directamente en la planificación y realización de las inspecciones de mantenimiento, y pueden, por tanto, realizar una detección temprana de la necesidad de una reparación. Hasta el día de hoy, hemos tenido éxitos notables en la planificación dirigida de cara a futuros requisitos, y en la mayoría de los casos hemos sido capaces de responder de forma inmediata o con un tiempo de notificación mínimo.

Por supuesto que no siempre hemos sido capaces de utilizar nuestros últimos

desarrollos de equipos tan frecuentemente como anticipábamos por las siguientes razones: o bien la demanda no fue tan grande como anticipábamos; o bien, el uso del equipo era demasiado caro y fue, por tanto, rechazado por el cliente en favor de soluciones más baratas, pero, en nuestra opinión, menos satisfactorias. Nuestro equipo para la instalación de tuberías es un ejemplo de esto. Durante un período de varios años ha habido muy poco interés en nuestros expansores, dispositivos de calibración y máquinas de amolado por el interior, que son más fáciles de manejar que los equipos de nuestros competidores.

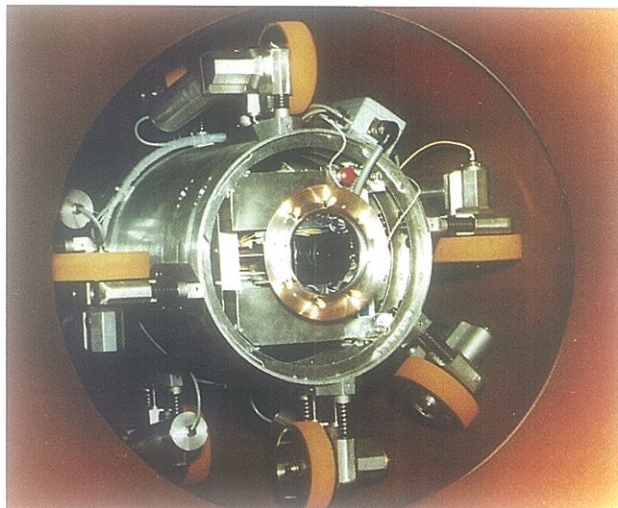
Estos equipos están empezando a ser observados con interés creciente de nuevo, probablemente debido a la aparición de grietas alrededor de algunas soldaduras de tuberías en la central de Brunsbüttel. Pensamos que podemos ayudar a nuestro cliente a resolver este problema de forma rápida gracias a una planificación adecuada (figs. III, IV, V).

Nuestros equipos y herramientas de servicio son una de las claves del éxito de nuestro trabajo. El valor de sustitución de nuestros equipos asciende a más de 20 millones de dólares y cada año se producen inversiones en equipos nuevos por un valor de 2,5 a 3 millones de dólares. La mayoría de estos equipos resultan contaminados radiactivamente debido a su uso y se almacenan y mantienen en nuestro centro de servicios de Karlstein, lo que supone un coste adicional importante.

PERSONAL MOTIVADO Y CUALIFICADO: LA CLAVE DEL ÉXITO

En principio, solamente empleados de nuestra División de Reparación y Química de Plantas de Generación de Energía participan en la planificación y diseño. Para proyectos de mayor envergadura formamos equipos con colaboradores de todos los departamentos adecuados de la División de Generación de Energía. Estos colaboradores adicionales estarán disponibles durante toda la duración del proyecto y dependerán directamente del jefe del mismo. Este es un ejemplo típico de cómo se organizan grandes proyectos, como la sustitución de generadores de vapor o la reparación de bombas de recirculación internas con cojinetes hidráulicos en las plantas BWR de las primeras generaciones.

Además de los 40 ingenieros de diseño de la organización de KWU, y para épocas de picos de trabajo, recurrimos a otros 40 ingenieros de diseño de la División Industrial y de Sistemas de Edificación (ANL) o a la colaboración con empresas de ingeniería.



F III - Vehículo de inspección visual.

F IV - Amoladora de cinta.

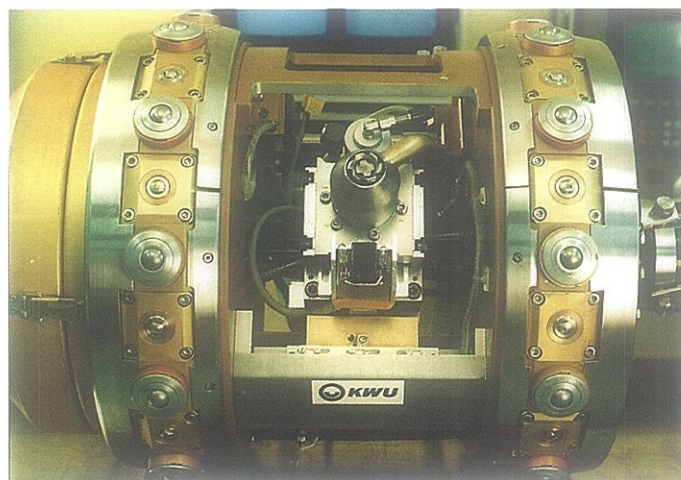


T III

Incorporación de nuestro equipo de servicios en el equipo del cliente de servicios en la plataforma de operación

TIPO	Central	86	87	88	89	90	91	92	93
P	UNTR	1	1	1	1	1	2	2	2
P	NECK1		1	1	1	2	3	3	3
P	NECK2					3	3	3	3
P	PHILP2		1	1	1	1	1	2	2
P	GROH	2	2	2	2	2	2	2	2
P	BORSS	1	1	1	4	4	4	4	2
P	STADE	4	4	4	4	4	4	2	2
P	GFAFE	1	1	4	4	4	4	4	4
P	BIBL-A	4	4	4	2	2	2	2	2
P	BIBL-B	4	4	4	2	2	2	2	2
P	BROK		1	1	1	1	1	1	1
P	TRILL				1	4	4	4	4
P	EMSL				2	2	2	2	2
P	ISAR 2				2	2	2	2	2
B	ISAR 1				4	4	4	4	4
B	KRUE			1	1	1	1	3	3
B	BRUN				4	4	4	4	4
B	PHILP 1	1	1	1	1	1	1	2	2
B	GUN-B					4	4	4	4
B	GUN-C					4	4	4	4
B	WUER								2

1: Alcance de servicio limitado
2: Supervisores de turno
3: Responsable de parada, superv. de turno, especialistas
4: Responsable de parada, superv. de turno, especialistas y operadores de grúa de recarga



F VI - Mandrinadora.

Nosotros pensamos que un trabajo de servicio debe ser llevado a cabo por el mismo equipo de trabajo que realizó el diseño original de la planta. Cuando esto es posible, intentamos también que el responsable del diseño sea el responsable de su implantación en campo. De esta forma garantizamos la mejor coordinación posible entre la experiencia en campo y el desarrollo y planificación de operaciones futuras. Lo mismo se aplica para todo lo relacionado con trabajos de mecanizado. Los empleados que trabajan en los talleres de la División ANL, donde se fabrica la mayoría de nuestras máquinas para servicios, y que participaron en su fabricación y montaje, participan en su puesta a punto rutinaria en nuestras instalaciones (fig. IV), y toman parte de forma regular en las actividades en campo. Estos empleados están, asimismo, disponibles para nosotros para la realización de trabajos especiales. Disponemos, así, dentro de Siemens, de un grupo de más de 200 trabajadores profesionalmente expuestos, perfectamente entrenados y familiarizados con los trabajos en el interior de centrales nucleares. Sin ninguna excepción, todos estos trabajadores constituyen un grupo de exce-

lentes mecánicos, tuberos, soldadores, etc. Nuestro objetivo consiste en mantener este nutrido grupo de profesionales e incrementarlo con la adición de nuevos y jóvenes trabajadores.

Nos aseguramos de que este personal no sea asignado a trabajos en campo más de dos o tres veces al año, de forma que los talleres se mantengan totalmente operativos y que se respeten las necesidades personales de todos ellos. De ahí, que debamos mantener un exceso de capacidad en nuestros talleres y la carga de trabajo o mejor distribuida posible. Cuanto mejor sea esta distribución, mejor y más rápidamente podremos responder a trabajos especiales y sin notificación previa.

Los trabajos en la cota de operación y los trabajos rutinarios de mantenimiento son muy importantes desde este punto de vista. La tabla III muestra el alcance de nuestra participación en el pasado y en la actualidad en algunas centrales. Nosotros garantizamos a los operadores de las centrales, que el personal que aportamos a nuestros trabajos dispondrán de la calificación que se describe más abajo.

LA EXPERIENCIA Y DESTREZA DEL PERSONAL GARANTIZAN LA CALIDAD DEL SERVICIO

El responsable del trabajo en campo tiene varios años de experiencia en este trabajo o al menos ha actuado como responsable técnico durante otros trabajos importantes en la central en cuestión. El resto del personal son ingenieros o especialis-

tas técnicos con muchos años de experiencia profesional similar. Todos los jefes de operaciones son empleados de la División de Generación de Energía y están normalmente integrados en los grupos de planificación o diseño. Abandonan su mesa de trabajo, para participar en dos o tres servicios en campo cada año. De esta forma no sólo se mantienen al día en el desarrollo de las actividades de servicio, sino que además mantienen su familiaridad con las centrales en las que sirven como jefes de operaciones. También proporcionamos formación continua a estos empleados en ingeniería, filosofía de seguridad y los aspectos operativos de los reactores nucleares, de forma que su preparación vaya más allá de lo que es el puro servicio.

El jefe de turno es también oficial tubero y administrativo de compras. Estas posiciones requieren también muchos años de experiencia, no sólo en el trabajo técnico, sino también en la planta en cuestión. Proviene casi exclusivamente del grupo de personal de Siemens antes mencionado. La posición de jefe de turno se utiliza para la formación de futuros jefes de operaciones. Aquel participará en varios trabajos con esa calificación hasta que se considere que está debidamente preparado para ser jefe de operaciones. Lo mismo ocurre con otras posiciones.

Todos nuestros tuberos y oficiales son empleados experimentados y entrenados. Proviene fundamentalmente de nuestras propias escuelas de formación. Sin embargo, ya que algunos de ellos pudieran no estar disponibles a causa de su asignación a trabajos especiales, tenemos contratos en vigor con varias empresas desde hace años para la contratación de personas externas. Nuestra base de datos informática contiene más de 2.000 nombres de personas, sus calificaciones y experiencia. Actualizamos estos datos cada tres meses con ayuda de estas empresas.

F V - Equipo de soldadura.

